

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-335945

(43)Date of publication of application : 07.12.2001

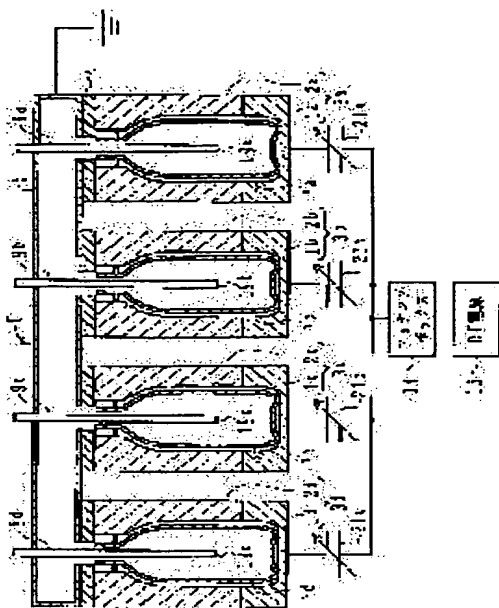
(51)Int.Cl. C23C 16/509

// B65D 23/02

(21)Application number : 2000-152870 (71)Applicant : MITSUBISHI SHOJI PLAST
KK
UTEC:KK

(22)Date of filing : 24.05.2000 (72)Inventor : HAMA KENICHI
KAGE TAKESHI
ARAKI TOMOYUKI
KOBAYASHI TAKUMI

(54) SYSTEM AND METHOD FOR CVD FILM DEPOSITION

**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a system and a method for CVD film deposition, in which a fixed cost is reduced and the thickness fluctuation of the thin film deposited on the inside of a container can be reduced.

SOLUTION: The CVD film deposition system is a system for depositing DLC(diamond-like carbon) film on the respective insides of a plurality of PET (polyethylene terephthalate) bottles 7a to 7d. This system has: 1st to 4th external electrodes 3a to 3d arranged in a manner to enclose the respective outsides of the PET bottles; 1st to 4th internal electrodes 9a to 9d arranged inside the PET bottles,

respectively; a gas-introducing means for introducing source gas into the respective insides of the PET bottles; 1st to 4th variable condensers 21a to 21d connected to the 1st to 4th external electrodes 3a to 3d, respectively; a matching box 14 connected to the 1st to 4th variable condensers; and an RF power source 15 connected to the matching box.

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A CVD-film-formation device which forms a thin film inside each 1st and 2nd

containers, comprising:

The 1st exterior electrodes arranged so that the outside of the 1st container may be surrounded.

The 2nd exterior electrodes arranged so that the outside of the 2nd container may be surrounded.

The 1st internal electrode that is arranged inside the 1st exterior electrodes and arranged inside the 1st container.

The 2nd internal electrode that is arranged inside the 2nd exterior electrodes and arranged inside the 2nd container, A gas introducing means which introduces material gas into an inside of each 1st and 2nd containers, An RF generator connected to a matching box which was connected to the 1st variable ceramic capacitor connected to the 1st exterior electrodes, the 2nd variable ceramic capacitor connected to the 2nd exterior electrodes, and the 1st variable ceramic capacitor, and was connected to the 2nd variable ceramic capacitor, and this matching box.

[Claim 2]Perform the above-mentioned matching box and impedance matching of the 1st and 2nd whole exterior electrodes the 1st and 2nd variable ceramic capacitors, The CVD-film-formation device according to claim 1 being what distributes a high frequency output supplied to the 1st and 2nd exterior electrodes by RF generator.

[Claim 3]Two or more exterior electrodes which are the CVD-film-formation devices which form a thin film inside two or more containers, and have been arranged so that the outside of each container may be surrounded, Two or more internal electrodes which are arranged inside each exterior electrodes and arranged inside each container, A gas introducing means which introduces material gas into an inside of each container, and two or more variable ceramic capacitors connected in parallel with each exterior electrodes, Provide one matching box connected to two or more variable capacitors, and an RF generator connected to this matching box, and the above-mentioned matching box, A CVD-film-formation device which performs impedance matching of two or more whole exterior electrodes, and is characterized by two or more above-mentioned variable ceramic capacitors being what distributes a high frequency output supplied to each exterior electrodes by RF generator.

[Claim 4]A CVD-film-formation method which forms a thin film inside each 1st and 2nd containers, comprising:

Arrange the 1st exterior electrodes so that the outside of the 1st container may be surrounded, and the 2nd exterior electrodes are arranged so that the outside of the 2nd container may be surrounded, Arrange the 1st internal electrode inside the 1st

container, and the 2nd internal electrode is arranged inside the 2nd container, A process of connecting the 1st variable ceramic capacitor to the 1st exterior electrodes, connecting the 2nd variable ceramic capacitor to the 2nd exterior electrodes, connecting a matching box to both the 1st variable ceramic capacitor and the 2nd variable ceramic capacitor, and connecting an RF generator to this matching box.

A process of introducing material gas into an inside of each 1st and 2nd containers, and a process of supplying a high frequency output to each 1st and 2nd exterior electrodes via a matching box and the 1st and 2nd variable ceramic capacitor using the above-mentioned RF generator.

[Claim 5]In a process of supplying the above-mentioned high frequency output, the above-mentioned matching box performs impedance matching of the 1st and 2nd whole exterior electrodes, A CVD-film-formation method according to claim 4, wherein the 1st and 2nd variable ceramic capacitors distribute a high frequency output supplied to the 1st and 2nd exterior electrodes by RF generator.

[Claim 6]Are the CVD-film-formation method which forms a thin film inside two or more containers, and two or more exterior electrodes are arranged so that the outside of each container may be surrounded, Arrange two or more internal electrodes inside each container, and two or more variable ceramic capacitors are connected to each exterior electrodes in parallel, A process of connecting two or more variable capacitors to one matching box, and connecting an RF generator to this matching box, A process of introducing material gas into an inside of each container, and a process of supplying a high frequency output to two or more exterior electrodes of each via a matching box and two or more variable ceramic capacitors using the above-mentioned RF generator, Provide and the above-mentioned matching box performs impedance matching of two or more whole exterior electrodes in a process of supplying the above-mentioned high frequency output, A CVD-film-formation method, wherein two or more above-mentioned variable ceramic capacitors distribute a high frequency output supplied to each exterior electrodes by RF generator.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the CVD-film-formation device and the CVD-film-formation method of forming a thin film inside a container with respect to a CVD-film-formation device and the CVD-film-formation method.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional CVD (Chemical Vapor Deposition) film deposition system is a device which forms a DLC (Diamond Like Carbon) film or Si content DLC film to the insides, such as a container, using plasma CVD method. A DLC film is the amorphous carbon which made SP³ combination between carbon the subject, and is a hard carbon film which is dramatically hard, is excellent in insulation, and has very smooth morphology with a high refractive index. Si content hydrocarbon system gas is used as material gas which forms Si content DLC film, using hydrocarbon system gas as material gas which forms a DLC film.

[0003] Drawing 2 is a lineblock diagram showing the conventional CVD-film-formation device typically. This CVD-film-formation device has the vacuum chamber 106, and this vacuum chamber 106 comprises the conductive covering device 105, the insulating member 104, and the exterior electrodes 103. The insulating member 104 is arranged under the covering device 105, and the exterior electrodes 103 are arranged under this insulating member 104. These exterior electrodes 103 consist of the upper electrode 102 and the lower electrode 101, and they are constituted so that the upper part of the lower electrode 101 may be attached to the lower part of the upper electrode 102 via O ring 108, enabling free attachment and detachment. The exterior electrodes 103 are insulated with the covering device 105 by the insulating member 104.

[0004] It is for forming space in the inside of the exterior electrodes 103, and this space accommodating PET bottle 107 which is a plastic container for coating. The space in exterior electrodes is formed so that it may become large slightly rather than the outside of PET bottle 107 accommodated there. The opening connected with the space in exterior electrodes is provided in the insulating member 104 and the covering device 105. Space is established in the inside of the covering device 105, and this space is connected with the space in exterior electrodes via the above-mentioned opening. The space in exterior electrodes is sealed from the outside with O ring 108 arranged between the upper electrode 102 and the lower electrode 101.

[0005] The lower electrode 101 of exterior electrodes is connected to the impedance matching box (matching box) 114, and the matching box 114 is connected to RF generator (RF power) 115 via the coaxial cable.

[0006] It lets the space in a covering device, and a covering device and the opening of

an insulating member pass from the upper part of the covering device 105, and the internal electrode 109 is fitted over the space in exterior electrodes. That is, the end face of the internal electrode 109 is arranged in the upper part of the covering device 105, and the tip of the internal electrode 109 is arranged inside PET bottle 107 which is the space in exterior electrodes and was accommodated in exterior electrodes.

[0007]The internal electrode 109 has the pipe shape which the inside becomes from hollow. The gas diffuser 109a is formed at the tip of the internal electrode 109. The one side of the piping 110 is connected to the end face of the internal electrode 109, and the other side of this piping 110 is connected to the one side of the massflow controller 119 via the vacuum valve 116. The other side of the massflow controller 119 is connected to the material gas source of release 120 via the piping 111. This material gas source of release 120 generates hydrocarbon gas etc.

[0008]The internal electrode 109 is grounded via the covering device 105. The space in a covering device is connected to the one side of the piping 112, and it changes the other side of the piping 112 into the atmosphere release state via the vacuum valve 117. The space in a covering device is connected to the one side of the piping 113, and the other side of the piping 113 is connected to the vacuum pump 121 via the vacuum valve 118.

[0009]Next, how to form a DLC film inside a container using the CVD-film-formation device shown in drawing 2 is explained.

[0010]First, the vacuum valve 117 is opened and atmosphere release of the inside of the vacuum chamber 106 is carried out. Thereby, air goes into the space in a covering device, and the space in exterior electrodes through the piping 112, and the inside of the vacuum chamber 106 is made into atmospheric pressure. Next, the lower electrode 101 of exterior electrodes is removed from the upper electrode 102, and PET bottle 107 is inserted and installed in the space in an upper electrode from the upper electrode 102 bottom. Under the present circumstances, it will be inserted by the internal electrode 109 into PET bottle 107. Next, the lower part of the upper electrode 102 is equipped with the lower electrode 101, and the exterior electrodes 103 are sealed with O ring 108.

[0011]Then, after closing the vacuum valve 117, the vacuum valve 118 is opened and the vacuum pump 121 is operated. The inside of a vacuum chamber including the inside of PET bottle 107 (space in exterior electrodes and space in a covering device) is exhausted through the piping 113 by this, and the inside of exterior electrodes serves as a vacuum.

[0012]Next, after opening the vacuum valve 116, hydrocarbon gas is generated in the

material gas source of release 120, This hydrocarbon gas is introduced in the piping 111, and the hydrocarbon gas by which control of flow was carried out with the massflow controller 119 is blown off from the gas diffuser 109a through the piping 110 and the internal electrode 109 of ground potential. Thereby, hydrocarbon gas is introduced in PET bottle 107. And the inside of a vacuum chamber and a PET bottle is maintained at a pressure (for example, about 0.05–0.5 Torr) suitable for DLC membrane formation by the balance of the gas mass flow and exhausting capability which were controlled.

[0013]Then, an RF output (for example, 13.56 MHz) is supplied to the exterior electrodes 103 from RF generator (RF power) 115 via the matching box 114. This lights plasma between the exterior electrodes 103 and the internal electrode 109. At this time, the matching box 114 is set by the impedance of exterior electrodes and an internal electrode with the inductance L and the capacitance C. Hydrocarbon system plasma occurs in a PET bottle, and a DLC film is formed inside a PET bottle by this. The membrane formation time at this time becomes about several seconds and a short thing.

[0014]Next, the RF output from RF power 115 is suspended, the vacuum valve 116 is closed and supply of material gas is suspended. Then, the vacuum valve 118 is opened and the hydrocarbon gas in the vacuum chamber 106 and PET bottle 107 is exhausted with the vacuum pump 121. Then, the vacuum valve 118 is closed and the vacuum pump 121 is suspended. The degrees of vacuum in the vacuum chamber at this time are 5×10^{-3} Torr – 5×10^{-2} Torr. Then, a DLC film is formed in two or more PET bottles by opening the vacuum valve 117, carrying out atmosphere release of the inside of the vacuum chamber 106, and repeating the method for film deposition mentioned above.

[0015]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By the way, in order to mass-produce the container (PET bottle) which formed the DLC film inside and to be able to form two or more PET bottles simultaneously, two or more above-mentioned conventional CVD-film-formation devices will be prepared. In order to arrange one matching box to one PET bottle, specifically, two or more matching boxes are needed. The number of RF power is one to two or more matching boxes.

[0016]Thus, if two or more matching boxes are arranged, since a small thing also has an about [300mmx300mmx400mm] size, a plasma source will become very big, and a matching box will become an obstacle of miniaturization of a device. Therefore, a large place is needed for installing the CVD-film-formation device for mass production, and space efficiency worsens. With this, since a matching box is very expensive, apparatus

cost increases.

[0017] Since the matching time by a matching box differs delicately mutually when a matching box is installed to each exterior electrodes which accommodate a PET bottle, matching time cannot be coincided correctly mutually. Although impedance matching is carried out in each matching box, specifically, a gap of about 0.1 to 1 second may arise mutually. And since the thickness of the DLC film which forms membranes inside a PET bottle is as thin as about 30 nm, about 3 seconds may be sufficient as membrane formation time, and it needs to control thickness with further comparatively sufficient accuracy. For this reason, the matching time lag for about 0.1 to 1 second will influence greatly the variation in the thickness of a DLC film (especially thickness variation between PET bottles). Therefore, variation will arise in the quality of a DLC film.

[0018] This invention is made in consideration of the above situations, and the purpose reduces apparatus cost and there is in providing the CVD-film-formation device and the CVD-film-formation method of reducing the thickness variation of the thin film formed inside the container.

[0019]

[Means for Solving the Problem] In order to solve an aforementioned problem, a CVD-film-formation device concerning this invention is provided with the following. The 1st exterior electrodes that are the CVD-film-formation devices which form a thin film inside each 1st and 2nd containers, and have been arranged so that the outside of the 1st container may be surrounded.

The 2nd exterior electrodes arranged so that the outside of the 2nd container may be surrounded.

The 1st internal electrode that is arranged inside the 1st exterior electrodes and arranged inside the 1st container, The 2nd internal electrode that is arranged inside the 2nd exterior electrodes and arranged inside the 2nd container, A gas introducing means which introduces material gas into an inside of each 1st and 2nd containers, An RF generator connected to a matching box which was connected to the 1st variable ceramic capacitor connected to the 1st exterior electrodes, the 2nd variable ceramic capacitor connected to the 2nd exterior electrodes, and the 1st variable ceramic capacitor, and was connected to the 2nd variable ceramic capacitor, and this matching box.

[0020] In a CVD-film-formation device concerning this invention, the above-mentioned matching box, Impedance matching of the 1st and 2nd whole

exterior electrodes is performed, and, as for the 1st and 2nd variable ceramic capacitors, it is preferred that it is what distributes a high frequency output supplied to the 1st and 2nd exterior electrodes by RF generator.

[0021]Two or more exterior electrodes which a CVD-film-formation device concerning this invention is a CVD-film-formation device which forms a thin film inside two or more containers, and have been arranged so that the outside of each container may be surrounded, Two or more internal electrodes which are arranged inside each exterior electrodes and arranged inside each container, A gas introducing means which introduces material gas into an inside of each container, and two or more variable ceramic capacitors connected in parallel with each exterior electrodes, Provide one matching box connected to two or more variable capacitors, and an RF generator connected to this matching box, and the above-mentioned matching box, Impedance matching of two or more whole exterior electrodes is performed, and two or more above-mentioned variable ceramic capacitors are characterized by being what distributes a high frequency output supplied to each exterior electrodes by RF generator.

[0022]According to the above-mentioned CVD-film-formation device, by considering it as one matching box, a film formation part including a plasma source can be made small, and cost of a CVD-film-formation device for mass production can be reduced. It has a matching box which performs impedance matching of two or more whole exterior electrodes, and has two or more variable ceramic capacitors which distribute a high frequency output supplied to each exterior electrodes. For this reason, a gap of matching time can be prevented and matching time can be coincided correctly. Thereby, variation between containers of thickness of a thin film which formed membranes in a container can be reduced.

[0023]A CVD-film-formation method concerning this invention is provided with the following.

It is the CVD-film-formation method which forms a thin film inside each 1st and 2nd containers, Arrange the 1st exterior electrodes so that the outside of the 1st container may be surrounded, and the 2nd exterior electrodes are arranged so that the outside of the 2nd container may be surrounded, Arrange the 1st internal electrode inside the 1st container, and the 2nd internal electrode is arranged inside the 2nd container, A process of connecting the 1st variable ceramic capacitor to the 1st exterior electrodes, connecting the 2nd variable ceramic capacitor to the 2nd exterior electrodes, connecting a matching box to both the 1st variable ceramic capacitor and the 2nd variable ceramic capacitor, and connecting an RF generator to

this matching box.

A process of introducing material gas into an inside of each 1st and 2nd containers.
A process of supplying a high frequency output to each 1st and 2nd exterior electrodes via a matching box and the 1st and 2nd variable ceramic capacitor using the above-mentioned RF generator.

[0024]In a CVD-film-formation method concerning this invention, at a process of supplying the above-mentioned high frequency output. It is preferred that the above-mentioned matching box performs impedance matching of the 1st and 2nd whole exterior electrodes, and the 1st and 2nd variable ceramic capacitors distribute a high frequency output supplied to the 1st and 2nd exterior electrodes by RF generator.

[0025]A CVD-film-formation method concerning this invention is the CVD-film-formation method which forms a thin film inside two or more containers, Arrange two or more exterior electrodes so that the outside of each container may be surrounded, and two or more internal electrodes are arranged inside each container, A process of connecting two or more variable ceramic capacitors to each exterior electrodes in parallel, connecting two or more variable capacitors to one matching box, and connecting an RF generator to this matching box, A process of introducing material gas into an inside of each container, and a process of supplying a high frequency output to two or more exterior electrodes of each via a matching box and two or more variable ceramic capacitors using the above-mentioned RF generator, It provides, the above-mentioned matching box performs impedance matching of two or more whole exterior electrodes in a process of supplying the above-mentioned high frequency output, and two or more above-mentioned variable ceramic capacitors distribute a high frequency output supplied to each exterior electrodes by RF generator.

[0026]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, the 1 embodiment of this invention is described with reference to drawings. The CVD-film-formation device by an embodiment of the invention is a device which forms a DLC film or Si content DLC film to the insides, such as a container, using plasma CVD method.

[0027]Drawing 1 is a lineblock diagram showing typically the CVD-film-formation device by an embodiment of the invention. This CVD-film-formation device has the vacuum chamber 6, and this vacuum chamber 6 comprises the conductive covering device 5, the insulating member 4 and the 1st thru/or the 4th exterior electrodes

3a-3d. The insulating member 4 is arranged under the covering device 5, and the 1st thru/or the 4th exterior electrodes 3a-3d are arranged in parallel under this insulating member 4.

[0028]The 1st exterior electrodes 3a consist of the 1st upper electrode 2a and 1st lower electrode 1a, and they are constituted so that the upper part of the 1st lower electrode 1a may be attached to the lower part of the 1st upper electrode 2a via an O ring (not shown), enabling free attachment and detachment. Similarly, the 2nd exterior electrodes 3b consist of the 2nd upper electrode 2b and 2nd lower electrode 1b, and they are constituted so that the upper part of the 2nd lower electrode 1b may be attached to the lower part of 2nd upper electrode 2b via an O ring (not shown), enabling free attachment and detachment. The 3rd exterior electrodes 3c consist of the 3rd upper electrode 2c and 3rd lower electrode 1c, and they are constituted so that the upper part of the 3rd lower electrode 1c may be attached to the lower part of the 3rd upper electrode 2c via an O ring (not shown), enabling free attachment and detachment. The 4th exterior electrodes 3d consist of the 4th upper electrode 2d and 4th lower electrode 1d, and they are constituted so that the upper part of the 4th lower electrode 1d may be attached to the lower part of the 4th upper electrode 2d via an O ring (not shown), enabling free attachment and detachment. The 1st thru/or the 4th exterior electrodes 3a-3d are insulated with the covering device 5 by the insulating member 4.

[0029]the 1st thru/or the 4th exterior electrodes 3 -- it is for forming a-3d of space in the inside of each, and such space accommodating PET bottles 7a-7d which are the plastic containers for coating. The space in exterior electrodes is formed so that it may become large slightly rather than a PET bottles [which are accommodated there / 7a-7d] outside. Four openings connected with the space inside the 1st thru/or each 4th exterior electrodes are provided in the insulating member 4 and the covering device 5. Space is established in the inside of the covering device 5, and this space is connected with the space in the 1st thru/or 4th exterior electrodes via the above-mentioned opening. The space in the 1st thru/or 4th exterior electrodes is sealed from the outside with the O ring arranged between the 1st the 4th upper electrode 2a-2d and the 1st thru/or the 4th lower electrode 1a-1d.

[0030]the 1st thru/or the 4th exterior electrodes 3a-3d -- respectively -- being alike -- the 1st thru/or the 4th variable ceramic capacitor 21a-21d are connected. Namely, the 1st variable ceramic capacitor 21a is connected to the 1st lower electrode 1a in the 1st exterior electrodes, The 2nd variable ceramic capacitor 21b is connected to the 2nd lower electrode 1b in the 2nd exterior electrodes 3b, The 3rd variable ceramic

capacitor 21c is connected to the 3rd lower electrode 1c in the 3rd exterior electrodes 3c, and the 4th variable ceramic capacitor 21d is connected to the 4th lower electrode 1d in the 4th exterior electrodes 3d.

[0031]The 1st thru/or the 4th variable ceramic capacitor 21a-21d are connected to the one impedance matching box (matching box) 14, and the matching box 14 is connected to RF generator (RF power) 15 via the coaxial cable.

[0032]The matching box 14 performs impedance matching of the 1st thru/or 4th whole exterior electrodes. the 1st thru/or the 4th variable ceramic capacitor 21 — a-21d of each is for distributing the RF output supplied to the 1st thru/or the 4th exterior electrodes 3a-3d, controlling an RF output, and preventing a matching time lag by RF power 15. As for the variable ceramic capacitors 21a-21d, it is preferred to set up manually.

[0033]It lets the space in a covering device, and a covering device and the opening of the insulating member 4 pass from the upper part of the covering device 5, and the 1st thru/or the 4th internal electrode 9a-9d are fitted over the space in the 1st thru/or 4th exterior electrodes. namely, the 1st thru/or the 4th internal electrode 9 — a-9d of each end face is arranged in the upper part of the covering device 5 — the tip of the 1st thru/or each 4th internal electrode — the 1st thru/or the 4th exterior electrodes 3 — it is arranged at a PET bottles [which are each building envelope a-3d, and were accommodated in the exterior electrodes / 7a-7d] inside.

[0034]the 1st thru/or the 4th internal electrode 9 — each has a-9d of pipe shape which the inside becomes from hollow. The gas diffusers 19a-19d are formed at the tip of the 1st thru/or each 4th internal electrode. The one side of piping (not shown) is connected to the end face of the 1st thru/or each 4th internal electrode, and the other side of this piping is connected to the one side of a massflow controller (not shown) via the vacuum valve (not shown). The other side of the massflow controller is connected to the material gas source of release (not shown) via piping (not shown). This material gas source of release generates hydrocarbon gas etc. Arrangement of piping, a vacuum valve, a massflow controller, and each material gas source of release is the same as that of the conventional CVD-film-formation device almost.

[0035]The 1st thru/or the 4th internal electrode 9a-9d are grounded via the covering device 5. The space in a covering device is connected to the one side of piping (not shown), and it changes the other side of piping into the atmosphere release state via the vacuum valve (not shown). The space in a covering device is connected to the one side of piping (not shown), and the other side of piping is connected to the vacuum pump (not shown) via the vacuum valve (not shown). Arrangement of piping, a vacuum

valve, and each vacuum pump is the same as that of the conventional CVD-film-formation device almost.

[0036]Next, how to form a DLC film inside a container using the CVD-film-formation device shown in drawing 1 is explained.

[0037]First, a vacuum valve is opened and atmosphere release of the inside of the vacuum chamber 6 is carried out. Thereby, air goes into the space in a covering device, and the space in exterior electrodes through piping, and the inside of the vacuum chamber 6 is made into atmospheric pressure. Next, the 1st thru/or the 4th lower electrode 1a-1d in the 1st thru/or the 4th exterior electrodes are removed from the 1st thru/or the 4th upper electrode 2a-2d, and PET bottles 7a-7d are inserted and installed in the space in an upper electrode from the those upper electrodes [2a-2d] bottom. under the present circumstances, the 1st thru/or the 4th internal electrode 9 — it will be inserted by a-9d of each into each PET bottle 7a-7d. next, the 1st thru/or the 4th lower electrode 1a-1d — each — the 1st thru/or the 4th upper electrode 2 — equipping each lower part — the 1st thru/or the 4th exterior electrodes 3 — a-3d of each building envelope is sealed with an O ring.

[0038]Then, after closing a vacuum valve, other vacuum valves are opened and a vacuum pump is operated. The inside (the building envelope of the 1st thru/or each 4th exterior electrodes and the space in a covering device) of the vacuum chamber 6 containing a PET bottles [7a-7d] inside is exhausted through piping by this, and the building envelope of the 1st thru/or each 4th exterior electrodes serves as a vacuum.

[0039]Next, after opening a vacuum valve, hydrocarbon gas is generated in a material gas source of release, This hydrocarbon gas is introduced in piping and the hydrocarbon gas by which control of flow was carried out with the massflow controller is blown off from the gas diffusers 19a-19d through the 1st thru/or the 4th internal electrode 9a-9d of piping and ground potential. Thereby, hydrocarbon gas is introduced in each PET bottle. And the inside of a vacuum chamber and a PET bottle is maintained at a pressure (for example, about 0.05-0.5 Torr) suitable for DLC membrane formation by the balance of the gas mass flow and exhausting capability which were controlled.

[0040]Then, an RF output (for example, 13.56 MHz) is supplied to the 1st thru/or the 4th exterior electrodes 3a-3d from RF generator (RF power) 15 via the one matching box 14 and the 1st thru/or the 4th variable ceramic capacitor 21a-21d. Under the present circumstances, the matching box 14 performs impedance matching of the 1st thru/or 4th whole exterior electrodes, the RF output supplied to the 1st thru/or the 4th exterior electrodes by the 1st thru/or the 4th variable ceramic capacitor is

distributed, and an RF output is controlled.

[0041] Thus, by supplying an RF output to the 1st thru/or the 4th exterior electrodes, plasma is lit between the 1st each 4th exterior electrodes and the 1st thru/or each 4th internal electrode. At this time, the matching box 14 is set by the impedance of exterior electrodes and an internal electrode with the inductance L and the capacitance C. Hydrocarbon system plasma occurs in a PET bottle, and a DLC film is formed inside a PET bottle by this. The membrane formation time at this time becomes about several seconds and a short thing.

[0042] Next, the RF output from RF power 15 is suspended, a vacuum valve is closed and supply of material gas is suspended. Then, other vacuum valves are opened and the hydrocarbon gas of the vacuum chamber 6 and PET bottles [7a-7d] inside is exhausted with a vacuum pump. Then, a vacuum valve is closed and a vacuum pump is suspended. The degrees of vacuum in the vacuum chamber at this time are for example, 5×10^{-3} Torr – 5×10^{-2} Torr. Then, the PET bottle in which the DLC film was formed inside can be mass-produced by opening a vacuum valve, carrying out atmosphere release of the inside of the vacuum chamber 6, and repeating the method for film deposition mentioned above.

[0043] According to the above-mentioned embodiment, the matching box 14 which performs impedance matching of the 1st thru/or 4th whole exterior electrodes has been arranged, and the 1st thru/or the 4th variable ceramic capacitor 21a-21d which perform the distribution of an RF output and control which are supplied to each exterior electrodes are arranged. For this reason, a gap of matching time can be prevented and matching time can be coincided correctly. If the processing time which forms a DLC film can be shortened and it puts in another way in a PET bottle by this, the speed of membrane formation processing can be improved. Therefore, it becomes easy for an inside to mass-produce the PET bottle which formed the DLC film, and the cost at the time of mass production can be reduced.

[0044] The variation between PET bottles of the thickness of the DLC film which formed membranes in the PET bottle can be reduced by preventing a gap of matching time. Therefore, the thickness of the DLC film between PET bottles can be controlled with sufficient accuracy, and the quality variation of a DLC film can be controlled.

[0045] If the conventional CVD-film-formation device is used, by this embodiment, it is considered as the one matching box 14 to arranging same number as exterior electrodes of matching boxes. For this reason, the plasma source of a number bookstand can be made small and miniaturization of a device can be attained. Therefore, space-saving-ization of the CVD-film-formation device for mass

production can be attained. With this, apparatus cost can be reduced by considering it as one matching box compared with the conventional device. Cost can be set to one fourth in the number of matching boxes.

[0046]It is possible for this invention not to be limited to the above-mentioned embodiment, but to change variously, and to carry out. For example, it is also possible for it not to be restricted to the source of release of hydrocarbon gas, but to use various sources of release as a material gas source of release, for example, it is also possible to use Si content hydrocarbon system gas etc.

[0047]Although the PET bottle of the bevel use is used for the inside in this embodiment as a container which forms a thin film, it is also possible to use the container used for other uses.

[0048]Although the DLC film or Si content DLC film is mentioned in this embodiment as a thin film which forms membranes with a CVD-film-formation device, when forming other thin films in a container, it is also possible to use the above-mentioned CVD-film-formation device.

[0049]Although this invention is applied to the CVD-film-formation device which has four exterior electrodes in this embodiment, if a variable ceramic capacitor is arranged for every one exterior electrodes, it is also possible to apply this invention to the CVD-film-formation device which has two pieces, three pieces, or five exterior electrodes or more.

[0050]

[Effect of the Invention]As explained above, according to this invention, apparatus cost is reduced and the CVD-film-formation device and the CVD-film-formation method of reducing the thickness variation of the thin film formed inside the container can be provided.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-335945

(P2001-335945A)

(43) 公開日 平成13年12月7日 (2001.12.7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

C 2 3 C 16/509

C 2 3 C 16/509

3 E 0 6 2

// B 6 5 D 23/02

B 6 5 D 23/02

Z 4 K 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-152870 (P2000-152870)

(22) 出願日 平成12年5月24日 (2000.5.24)

(71) 出願人 592079804

三菱商事プラスチック株式会社

東京都品川区西五反田1丁目27番2号

(71) 出願人 595152438

株式会社ユーテック

千葉県流山市西平井956番地の1

(72) 発明者 浜 研一

東京都品川区西五反田1-27-2五反田富

士ビル三菱商事プラスチック株式会社内

(74) 代理人 100110858

弁理士 柳瀬 睦肇 (外1名)

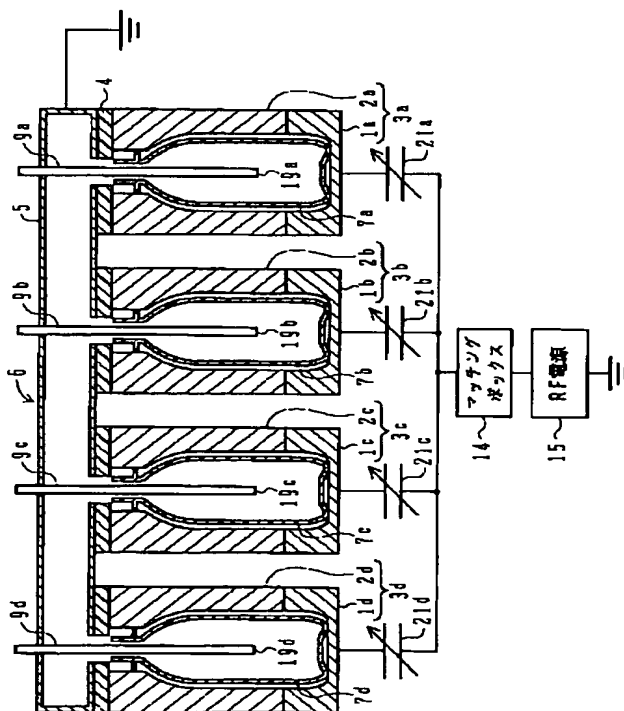
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 CVD成膜装置及びCVD成膜方法

(57) 【要約】

【課題】 装置コストを低減すると共に容器の内側に成膜された薄膜の膜厚バラツキを低減できるCVD成膜装置及びCVD成膜方法を提供する。

【解決手段】 本発明に係るCVD成膜装置は、複数のペットボトル7a~7dの内側にDLC膜を成膜する装置である。この装置は、ペットボトルの外側を囲むように配置された第1乃至第4の外部電極3a~3dと、ペットボトルの内部に配置された第1乃至第4の内部電極9a~9dと、ペットボトルの内部に原料ガスを導入するガス導入手段と、第1乃至第4の外部電極3a~3dそれぞれに接続された第1乃至第4の可変コンデンサー21a~21dと、第1乃至第4の可変コンデンサーに接続されたマッチングボックス14と、このマッチングボックスに接続された高周波電源15と、を具備するものである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 及び第 2 の容器それぞれの内側に薄膜を成膜する CVD 成膜装置であって、

第 1 の容器の外側を囲むように配置された第 1 の外部電極と、

第 2 の容器の外側を囲むように配置された第 2 の外部電極と、

第 1 の外部電極の内部に配置され、第 1 の容器の内部に配置される第 1 の内部電極と、

第 2 の外部電極の内部に配置され、第 2 の容器の内部に配置される第 2 の内部電極と、

第 1 及び第 2 の容器それぞれの内部に原料ガスを導入するガス導入手段と、

第 1 の外部電極に接続された第 1 の可変コンデンサーと、

第 2 の外部電極に接続された第 2 の可変コンデンサーと、

第 1 の可変コンデンサーに接続され且つ第 2 の可変コンデンサーに接続されたマッチングボックスと、

このマッチングボックスに接続された高周波電源と、

を具備することを特徴とする CVD 成膜装置。
【請求項 2】 上記マッチングボックスは、第 1 及び第 2 の外部電極全体のインピーダンスマッチングを行い、第 1 及び第 2 の可変コンデンサーは、高周波電源によって第 1 及び第 2 の外部電極に供給される高周波出力の分散を行うものであることを特徴とする請求項 1 記載の CVD 成膜装置。

【請求項 3】 複数の容器の内側に薄膜を成膜する CVD 成膜装置であって、

各々の容器の外側を囲むように配置された複数の外部電極と、

各々の外部電極の内部に配置され、各々の容器の内部に配置される複数の内部電極と、

各々の容器の内部に原料ガスを導入するガス導入手段と、

各々の外部電極に並列に接続された複数の可変コンデンサーと、

複数の可変コンデンサーに接続された 1 個のマッチングボックスと、

このマッチングボックスに接続された高周波電源と、

を具備し、
上記マッチングボックスは、複数の外部電極全体のインピーダンスマッチングを行い、上記複数の可変コンデンサーは、高周波電源によって各々の外部電極に供給される高周波出力の分散を行うものであることを特徴とする CVD 成膜装置。

【請求項 4】 第 1 及び第 2 の容器それぞれの内側に薄膜を成膜する CVD 成膜方法であって、

第 1 の容器の外側を囲むように第 1 の外部電極を配置し、第 2 の容器の外側を囲むように第 2 の外部電極を配

置し、第 1 の容器の内部に第 1 の内部電極を配置し、第 2 の容器の内部に第 2 の内部電極を配置し、第 1 の外部電極に第 1 の可変コンデンサーを接続し、第 2 の外部電極に第 2 の可変コンデンサーを接続し、第 1 の可変コンデンサーと第 2 の可変コンデンサーの両者にマッチングボックスを接続し、このマッチングボックスに高周波電源を接続する工程と、

第 1 及び第 2 の容器それぞれの内部に原料ガスを導入する工程と、

上記高周波電源を用いて第 1 及び第 2 の外部電極それぞれにマッチングボックス及び第 1、第 2 の可変コンデンサーを介して高周波出力を供給する工程と、
を具備することを特徴とする CVD 成膜方法。

【請求項 5】 上記高周波出力を供給する工程において、上記マッチングボックスが第 1 及び第 2 の外部電極全体のインピーダンスマッチングを行い、第 1 及び第 2 の可変コンデンサーが、高周波電源によって第 1 及び第 2 の外部電極に供給される高周波出力の分散を行うことを特徴とする請求項 4 記載の CVD 成膜方法。

【請求項 6】 複数の容器の内側に薄膜を成膜する CVD 成膜方法であって、

各々の容器の外側を囲むように複数の外部電極を配置し、各々の容器の内部に複数の内部電極を配置し、各々の外部電極に複数の可変コンデンサーを並列に接続し、複数の可変コンデンサーを 1 個のマッチングボックスに接続し、このマッチングボックスに高周波電源を接続する工程と、

各々の容器の内部に原料ガスを導入する工程と、

上記高周波電源を用いて複数の外部電極それぞれにマッチングボックス及び複数の可変コンデンサーを介して高周波出力を供給する工程と、

を具備し、

上記高周波出力を供給する工程において、上記マッチングボックスが複数の外部電極全体のインピーダンスマッチングを行い、上記複数の可変コンデンサーが、高周波電源によって各々の外部電極に供給される高周波出力の分散を行うことを特徴とする CVD 成膜方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、CVD 成膜装置及び CVD 成膜方法に係わり、特に、容器の内側に薄膜を成膜する CVD 成膜装置及び CVD 成膜方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の CVD (Chemical Vapor Deposition) 成膜装置は、プラズマ CVD 法を用いて容器等の内側に DLC (Diamond Like Carbon) 膜又は Si 含有 DLC 膜等を成膜する装置である。DLC 膜は、炭素間の sp^3 結合を主体としたアモルファスな炭素で、非常に硬く、絶縁性に優れ、高屈折率で非常に滑らかなモルフォロジを有する硬質炭素膜である。DLC 膜を成膜する

原料ガスとしては炭化水素系ガスを用い、Si含有DLC膜を成膜する原料ガスとしてはSi含有炭化水素系ガスを用いる。

【0003】図2は、従来のCVD成膜装置を模式的に示す構成図である。このCVD成膜装置は真空チャンバー106を有し、この真空チャンバー106は、導電性の蓋部105、絶縁部材104及び外部電極103から構成されている。蓋部105の下には絶縁部材104が配置されており、この絶縁部材104の下には外部電極103が配置されている。この外部電極103は、上部電極102と下部電極101からなり、上部電極102の下部に下部電極101の上部がリング108を介して着脱自在に取り付けられるよう構成されている。また、外部電極103は絶縁部材104によって蓋部105と絶縁されている。

【0004】外部電極103の内部には空間が形成されており、この空間はコーティング対象のプラスチック容器であるペットボトル107を収容するためのものである。外部電極内の空間は、そこに収容されるペットボトル107の外形よりも僅かに大きくなるように形成されている。絶縁部材104及び蓋部105には、外部電極内の空間につながる開口部が設けられている。また、蓋部105の内部には空間が設けられており、この空間は上記開口部を介して外部電極内の空間につながっている。外部電極内の空間は、上部電極102と下部電極101の間に配置されたリング108によって外部から密閉されている。

【0005】外部電極の下部電極101はインピーダンス整合器（マッチングボックス）114に接続されており、マッチングボックス114は同軸ケーブルを介して高周波電源（RF電源）115に接続されている。

【0006】蓋部105の上部から蓋部内の空間、蓋部と絶縁部材の開口部を通して、外部電極内の空間に内部電極109が差し込まれている。即ち、内部電極109の基端は蓋部105の上部に配置され、内部電極109の先端は外部電極内の空間であって外部電極内に収容されたペットボトル107の内部に配置される。

【0007】内部電極109は、その内部が中空からなる管形状を有している。内部電極109の先端にはガス吹き出し口109aが設けられている。内部電極109の基端には配管110の一方側が接続されており、この配管110の他方側は真空バルブ116を介してマスフローコントローラー119の一方側に接続されている。マスフローコントローラー119の他方側は配管111を介して原料ガス発生源120に接続されている。この原料ガス発生源120は炭化水素ガス等を発生させるものである。

【0008】内部電極109は蓋部105を介して接地されている。蓋部内の空間は配管112の一方側に接続されており、配管112の他方側は真空バルブ117を

介して大気開放状態とされている。また、蓋部内の空間は配管113の一方側に接続されており、配管113の他方側は真空バルブ118を介して真空ポンプ121に接続されている。

【0009】次に、図2に示すCVD成膜装置を用いて容器の内部にDLC膜を成膜する方法について説明する。

【0010】まず、真空バルブ117を開いて真空チャンバー106内を大気開放する。これにより、配管112を通して空気が蓋部内の空間、外部電極内の空間に入り、真空チャンバー106内が大気圧にされる。次に、外部電極の下部電極101を上部電極102から取り外し、上部電極102の下側から上部電極内の空間にペットボトル107を差し込み、設置する。この際、内部電極109はペットボトル107内に挿入された状態になる。次に、下部電極101を上部電極102の下部に装着し、外部電極103はリング108によって密閉される。

【0011】この後、真空バルブ117を閉じた後、真空バルブ118を開き、真空ポンプ121を作動させる。これにより、ペットボトル107内を含む真空チャンバー内（外部電極内の空間及び蓋部内の空間）が配管113を通して排気され、外部電極内が真空となる。

【0012】次に、真空バルブ116を開いた後、原料ガス発生源120において炭化水素ガスを発生させ、この炭化水素ガスを配管111内に導入し、マスフローコントローラー119によって流量制御された炭化水素ガスを配管110及びアース電位の内部電極109を通してガス吹き出し口109aから吹き出す。これにより、炭化水素ガスがペットボトル107内に導入される。そして、真空チャンバー内とペットボトル内は、制御されたガス流量と排気能力のバランスによって、DLC成膜に適した圧力（例えば0.05～0.5Torr程度）に保たれる。

【0013】この後、外部電極103にマッチングボックス114を介して高周波電源（RF電源）115からRF出力（例えば13.56MHz）を供給する。これにより、外部電極103と内部電極109間にプラズマを着火する。このとき、マッチングボックス114は、外部電極と内部電極のインピーダンスに、インダクタンスL、キャパシタンスCによって合わせている。これによって、ペットボトル内に炭化水素系プラズマが発生し、DLC膜がペットボトルの内側に成膜される。このときの成膜時間は数秒程度と短いものとなる。

【0014】次に、RF電源115からのRF出力を停止し、真空バルブ116を閉じて原料ガスの供給を停止する。この後、真空バルブ118を開き、真空チャンバー106及びペットボトル107内の炭化水素ガスを真空ポンプ121によって排気する。その後、真空バルブ118を閉じ、真空ポンプ121を停止する。このとき

の真空チャンバー内の真空度は 5×10^{-3} Torr $\sim 5 \times 10^{-2}$ Torrである。この後、真空バルブ 117を開いて真空チャンバー 106内を大気開放し、前述した成膜方法を繰り返すことにより、複数のペットボトル内にDLC膜が成膜される。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】ところで、内側にDLC膜を成膜した容器（ペットボトル）を量産するには、複数のペットボトルを同時に成膜できるようにするために、上記従来のCVD成膜装置を複数用意することになる。具体的には、1本のペットボトルに対して1個のマッチングボックスを配置するため、複数のマッチングボックスが必要になる。また、RF電源は複数のマッチングボックスに対して1個である。

【0016】このようにマッチングボックスを複数配置すると、マッチングボックスは小型のものでも300mm \times 300mm \times 400mm程度の大きさがあるのでプラズマ源が大変大きなものになり、装置のコンパクト化の障害になる。従って、量産用のCVD成膜装置を設置するには広い場所を必要としスペース効率が悪くなる。これと共に、マッチングボックスは大変高価なものである

ので、装置コストが増大する。

【0017】また、ペットボトルを収容する各々の外部電極に対してマッチングボックスを設置すると、マッチングボックスによるマッチング時間が互いに微妙に異なるため、マッチング時間を互いに正確に一致させることができない。具体的には、各々のマッチングボックスにおいてインピーダンスマッチングさせるのに互いに0.1 \sim 1秒程度のずれが生じることがある。そして、ペットボトルの内側に成膜するDLC膜の膜厚は30nm程度と薄いので、成膜時間は3秒程度で良く、更に比較的精度良く膜厚を制御する必要がある。このため、0.1 \sim 1秒程度のマッチング時間のずれがDLC膜の膜厚のバラツキ（特にペットボトル間の膜厚バラツキ）に大きく影響することになる。従って、DLC膜の品質にバラツキが生じることになる。

【0018】本発明は上記のような事情を考慮してなされたものであり、その目的は、装置コストを低減すると共に容器の内側に成膜された薄膜の膜厚バラツキを低減できるCVD成膜装置及びCVD成膜方法を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明に係るCVD成膜装置は、第1及び第2の容器それぞれの内側に薄膜を成膜するCVD成膜装置であって、第1の容器の外側を囲むように配置された第1の外部電極と、第2の容器の外側を囲むように配置された第2の外部電極と、第1の外部電極の内部に配置され、第1の容器の内部に配置される第1の内部電極と、第2の外部電極の内部に配置され、第2の容器の内部に配置

される第2の内部電極と、第1及び第2の容器それぞれの内部に原料ガスを導入するガス導入手段と、第1の外部電極に接続された第1の可変コンデンサーと、第2の外部電極に接続された第2の可変コンデンサーと、第1の可変コンデンサーに接続され且つ第2の可変コンデンサーに接続されたマッチングボックスと、このマッチングボックスに接続された高周波電源と、を具備することを特徴とする。

【0020】また、本発明に係るCVD成膜装置において、上記マッチングボックスは、第1及び第2の外部電極全体のインピーダンスマッチングを行い、第1及び第2の可変コンデンサーは、高周波電源によって第1及び第2の外部電極に供給される高周波出力の分散を行うものであることが好ましい。

【0021】本発明に係るCVD成膜装置は、複数の容器の内側に薄膜を成膜するCVD成膜装置であって、各々の容器の外側を囲むように配置された複数の外部電極と、各々の外部電極の内部に配置され、各々の容器の内部に配置される複数の内部電極と、各々の容器の内部に原料ガスを導入するガス導入手段と、各々の外部電極に並列に接続された複数の可変コンデンサーと、複数の可変コンデンサーに接続された1個のマッチングボックスと、このマッチングボックスに接続された高周波電源と、を具備し、上記マッチングボックスは、複数の外部電極全体のインピーダンスマッチングを行い、上記複数の可変コンデンサーは、高周波電源によって各々の外部電極に供給される高周波出力の分散を行うものであることを特徴とする。

【0022】上記CVD成膜装置によれば、マッチングボックスを1個とすることにより、プラズマ源を含む成膜部を小さくでき、量産用のCVD成膜装置のコストを低減できる。また、複数の外部電極全体のインピーダンスマッチングを行うマッチングボックスを有し、各々の外部電極に供給される高周波出力の分散を行う複数の可変コンデンサーを有している。このため、マッチング時間のずれを防止してマッチング時間を正確に一致させることができる。これにより、容器内に成膜した薄膜の膜厚の容器間バラツキを低減することができる。

【0023】本発明に係るCVD成膜方法は、第1及び第2の容器それぞれの内側に薄膜を成膜するCVD成膜方法であって、第1の容器の外側を囲むように第1の外部電極を配置し、第2の容器の外側を囲むように第2の外部電極を配置し、第1の容器の内部に第1の内部電極を配置し、第2の容器の内部に第2の内部電極を配置し、第1の外部電極に第1の可変コンデンサーを接続し、第2の外部電極に第2の可変コンデンサーを接続し、第1の可変コンデンサーと第2の可変コンデンサーの両者にマッチングボックスを接続し、このマッチングボックスに高周波電源を接続する工程と、第1及び第2の容器それぞれの内部に原料ガスを導入する工程と、上

記高周波電源を用いて第 1 及び第 2 の外部電極それぞれにマッチングボックス及び第 1、第 2 の可変コンデンサーを介して高周波出力を供給する工程と、を具備することを特徴とする。

【0024】また、本発明に係る CVD 成膜方法において、上記高周波出力を供給する工程では、上記マッチングボックスが第 1 及び第 2 の外部電極全体のインピーダンスマッチングを行い、第 1 及び第 2 の可変コンデンサーが、高周波電源によって第 1 及び第 2 の外部電極に供給される高周波出力の分散を行うことが好ましい。

【0025】本発明に係る CVD 成膜方法は、複数の容器の内側に薄膜を成膜する CVD 成膜方法であって、各々の容器の外側を囲むように複数の外部電極を配置し、各々の容器の内部に複数の内部電極を配置し、各々の外部電極に複数の可変コンデンサーを並列に接続し、複数の可変コンデンサーを 1 個のマッチングボックスに接続し、このマッチングボックスに高周波電源を接続する工程と、各々の容器の内部に原料ガスを導入する工程と、上記高周波電源を用いて複数の外部電極それぞれにマッチングボックス及び複数の可変コンデンサーを介して高周波出力を供給する工程と、を具備し、上記高周波出力を供給する工程において、上記マッチングボックスが複数の外部電極全体のインピーダンスマッチングを行い、上記複数の可変コンデンサーが、高周波電源によって各々の外部電極に供給される高周波出力の分散を行うことを特徴とする。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の一実施の形態について説明する。本発明の実施の形態による CVD 成膜装置は、プラズマ CVD 法を用いて容器等の内側に DLC 膜又は Si 含有 DLC 膜等を成膜する装置である。

【0027】図 1 は、本発明の実施の形態による CVD 成膜装置を模式的に示す構成図である。この CVD 成膜装置は真空チャンバー 6 を有し、この真空チャンバー 6 は、導電性の蓋部 5、絶縁部材 4 及び第 1 乃至第 4 の外部電極 3 a ~ 3 d から構成されている。蓋部 5 の下には絶縁部材 4 が配置されており、この絶縁部材 4 の下には第 1 乃至第 4 の外部電極 3 a ~ 3 d が並列に配置されている。

【0028】第 1 の外部電極 3 a は、第 1 の上部電極 2 a と第 1 の下部電極 1 a からなり、第 1 の上部電極 2 a の下部に第 1 の下部電極 1 a の上部がリング（図示せず）を介して着脱自在に取り付けられるよう構成されている。同様に、第 2 の外部電極 3 b は、第 2 の上部電極 2 b と第 2 の下部電極 1 b からなり、第 2 の上部電極 2 b の下部に第 2 の下部電極 1 b の上部がリング（図示せず）を介して着脱自在に取り付けられるよう構成されている。第 3 の外部電極 3 c は、第 3 の上部電極 2 c と第 3 の下部電極 1 c からなり、第 3 の上部電極 2 c の下

部に第 3 の下部電極 1 c の上部がリング（図示せず）を介して着脱自在に取り付けられるよう構成されている。第 4 の外部電極 3 d は、第 4 の上部電極 2 d と第 4 の下部電極 1 d からなり、第 4 の上部電極 2 d の下部に第 4 の下部電極 1 d の上部がリング（図示せず）を介して着脱自在に取り付けられるよう構成されている。また、第 1 乃至第 4 の外部電極 3 a ~ 3 d は絶縁部材 4 によって蓋部 5 と絶縁されている。

【0029】第 1 乃至第 4 の外部電極 3 a ~ 3 d それぞれの内部には空間が形成されており、これらの空間はコーティング対象のプラスチック容器であるペットボトル 7 a ~ 7 d を収容するためのものである。外部電極内の空間は、そこに収容されるペットボトル 7 a ~ 7 d の外形よりも僅かに大きくなるように形成されている。絶縁部材 4 及び蓋部 5 には、第 1 乃至第 4 の外部電極それぞれの内部の空間につながる 4 つの開口部が設けられている。また、蓋部 5 の内部には空間が設けられており、この空間は上記開口部を介して第 1 乃至第 4 の外部電極内の空間につながっている。第 1 乃至第 4 の外部電極内の空間は、第 1 乃至第 4 の上部電極 2 a ~ 2 d と第 1 乃至第 4 の下部電極 1 a ~ 1 d の間に配置されたリングによって外部から密閉されている。

【0030】第 1 乃至第 4 の外部電極 3 a ~ 3 d それぞれには第 1 乃至第 4 の可変コンデンサー 2 1 a ~ 2 1 d が接続されている。即ち、第 1 の外部電極における第 1 の下部電極 1 a には第 1 の可変コンデンサー 2 1 a が接続されており、第 2 の外部電極 3 b における第 2 の下部電極 1 b には第 2 の可変コンデンサー 2 1 b が接続されており、第 3 の外部電極 3 c における第 3 の下部電極 1 c には第 3 の可変コンデンサー 2 1 c が接続されており、第 4 の外部電極 3 d における第 4 の下部電極 1 d には第 4 の可変コンデンサー 2 1 d が接続されている。

【0031】第 1 乃至第 4 の可変コンデンサー 2 1 a ~ 2 1 d は 1 個のインピーダンス整合器（マッチングボックス）1 4 に接続されており、マッチングボックス 1 4 は同軸ケーブルを介して高周波電源（RF 電源）1 5 に接続されている。

【0032】マッチングボックス 1 4 は、第 1 乃至第 4 の外部電極全体のインピーダンスマッチングを行うものである。第 1 乃至第 4 の可変コンデンサー 2 1 a ~ 2 1 d それぞれは、RF 電源 1 5 によって第 1 乃至第 4 の外部電極 3 a ~ 3 d に供給される RF 出力の分散を行い、RF 出力をコントロールしてマッチング時間のずれを防止するためのものである。なお、可変コンデンサー 2 1 a ~ 2 1 d は手動で設定することが好ましい。

【0033】蓋部 5 の上部から蓋部内の空間、蓋部と絶縁部材 4 の開口部を通して、第 1 乃至第 4 の外部電極内の空間に第 1 乃至第 4 の内部電極 9 a ~ 9 d が差し込まれている。即ち、第 1 乃至第 4 の内部電極 9 a ~ 9 d それぞれの基端は蓋部 5 の上部に配置され、第 1 乃至第 4

の内部電極それぞれの先端は第1乃至第4の外部電極3 a~3 dそれぞれの内部空間であってその外部電極内に収容されたペットボトル7 a~7 dの内部に配置される。

【0034】第1乃至第4の内部電極9 a~9 dそれぞれは、その内部が中空からなる管形状を有している。第1乃至第4の内部電極それぞれの先端にはガス吹き出し口19 a~19 dが設けられている。第1乃至第4の内部電極それぞれの基端には配管（図示せず）の一方側が接続されており、この配管の他方側は真空バルブ（図示せず）を介してマスフローコントローラー（図示せず）の一方側に接続されている。マスフローコントローラーの他方側は配管（図示せず）を介して原料ガス発生源（図示せず）に接続されている。この原料ガス発生源は炭化水素ガス等を発生させるものである。なお、配管、真空バルブ、マスフローコントローラー及び原料ガス発生源それぞれの配置は、従来のCVD成膜装置とほぼ同様である。

【0035】第1乃至第4の内部電極9 a~9 dは蓋部5を介して接地されている。また、蓋部内の空間は配管（図示せず）の一方側に接続されており、配管の他方側は真空バルブ（図示せず）を介して大気開放状態とされている。また、蓋部内の空間は配管（図示せず）の一方側に接続されており、配管の他方側は真空バルブ（図示せず）を介して真空ポンプ（図示せず）に接続されている。なお、配管、真空バルブ及び真空ポンプそれぞれの配置は、従来のCVD成膜装置とほぼ同様である。

【0036】次に、図1に示すCVD成膜装置を用いて容器の内部にDLC膜を成膜する方法について説明する。

【0037】まず、真空バルブを開いて真空チャンバー6内を大気開放する。これにより、配管を通して空気が蓋部内の空間、外部電極内の空間に入り、真空チャンバー6内が大気圧にされる。次に、第1乃至第4の外部電極における第1乃至第4の下部電極1 a~1 dを第1乃至第4の上部電極2 a~2 dから取り外し、それらの上部電極2 a~2 dの下側から上部電極内の空間にペットボトル7 a~7 dを差し込み、設置する。この際、第1乃至第4の内部電極9 a~9 dそれぞれは各々のペットボトル7 a~7 d内に挿入された状態になる。次に、第1乃至第4の下部電極1 a~1 dそれぞれを第1乃至第4の上部電極2それぞれの下部に装着し、第1乃至第4の外部電極3 a~3 dそれぞれの内部空間はOリングによって密閉される。

【0038】この後、真空バルブを閉じた後、他の真空バルブを開き、真空ポンプを作動させる。これにより、ペットボトル7 a~7 dの内部を含む真空チャンバー6内（第1乃至第4の外部電極それぞれの内部空間及び蓋部内の空間）が配管を通して排気され、第1乃至第4の外部電極それぞれの内部空間が真空となる。

【0039】次に、真空バルブを開いた後、原料ガス発生源において炭化水素ガスを発生させ、この炭化水素ガスを配管内に導入し、マスフローコントローラーによって流量制御された炭化水素ガスを配管及びアース電位の第1乃至第4の内部電極9 a~9 dを通してガス吹き出し口19 a~19 dから吹き出す。これにより、炭化水素ガスが各々のペットボトル内に導入される。そして、真空チャンバー内とペットボトル内は、制御されたガス流量と排気能力のバランスによって、DLC成膜に適した圧力（例えば0.05~0.5 Torr程度）に保たれる。

【0040】この後、第1乃至第4の外部電極3 a~3 dに1個のマッチングボックス14及び第1乃至第4の可変コンデンサー21 a~21 dを介して高周波電源（RF電源）15からRF出力（例えば13.56 MHz）を供給する。この際、マッチングボックス14によって第1乃至第4の外部電極全体のインピーダンスマッチングを行い、第1乃至第4の可変コンデンサーによって第1乃至第4の外部電極に供給されるRF出力の分散を行い、RF出力をコントロールする。

【0041】このように第1乃至第4の外部電極にRF出力を供給することによって、第1乃至第4の外部電極それぞれと第1乃至第4の内部電極それぞれとの間にプラズマを着火する。このとき、マッチングボックス14は、外部電極と内部電極のインピーダンスに、インダクタンスL、キャパシタンスCによって合わせている。これによって、ペットボトル内に炭化水素系プラズマが発生し、DLC膜がペットボトルの内側に成膜される。このときの成膜時間は数秒程度と短いものとなる。

【0042】次に、RF電源15からのRF出力を停止し、真空バルブを閉じて原料ガスの供給を停止する。この後、他の真空バルブを開き、真空チャンバー6及びペットボトル7 a~7 dの内部の炭化水素ガスを真空ポンプによって排気する。その後、真空バルブを閉じ、真空ポンプを停止する。このときの真空チャンバー内の真空度は例えば 5×10^{-3} Torr~ 5×10^{-2} Torrである。この後、真空バルブを開いて真空チャンバー6内を大気開放し、前述した成膜方法を繰り返すことにより、内部にDLC膜が成膜されたペットボトルを量産できる。

【0043】上記実施の形態によれば、第1乃至第4の外部電極全体のインピーダンスマッチングを行うマッチングボックス14を配置し、各々の外部電極に供給されるRF出力の分散及びコントロールを行う第1乃至第4の可変コンデンサー21 a~21 dを配置している。このため、マッチング時間のずれを防止してマッチング時間を正確に一致させることができる。これによって、ペットボトル内にDLC膜を成膜する処理時間を短縮でき、言い換えると成膜処理の速度を向上できる。従って、内部にDLC膜を成膜したペットボトルを量産することが容易となり、量産時のコストを低減できる。

【0044】また、マッチング時間のずれを防止することにより、ペットボトル内に成膜したDLC膜の膜厚のペットボトル間バラツキを低減することができる。従って、ペットボトル間のDLC膜の膜厚を精度良く制御することができ、DLC膜の品質バラツキを抑制することができる。

【0045】また、従来のCVD成膜装置を用いると外部電極と同じ数のマッチングボックスを配置する必要があるのに対し、本実施の形態では、マッチングボックス14を1個としている。このため、数本立のプラズマ源を小さくでき、装置のコンパクト化を図ることができる。従って、量産用のCVD成膜装置の省スペース化を図ることができる。これと共に、マッチングボックスを1個とすることにより、従来の装置に比べて装置コストを低減できる。マッチングボックスの数においてはコストを1/4にすることができる。

【0046】尚、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。例えば、原料ガス発生源としては、炭化水素ガスの発生源に限られず、種々の発生源を用いることも可能であり、例えばSi含有炭化水素系ガスなどを用いることも可能である。

【0047】また、本実施の形態では、内部に薄膜を成膜する容器として飲料用のペットボトルを用いているが、他の用途に使用される容器を用いることも可能である。

【0048】また、本実施の形態では、CVD成膜装置で成膜する薄膜としてDLC膜又はSi含有DLC膜を挙げているが、容器内に他の薄膜を成膜する際に上記CVD成膜装置を用いることも可能である。

【0049】また、本実施の形態では、4個の外部電極を有するCVD成膜装置に本発明を適用しているが、1個の外部電極毎に可変コンデンサーを配置するものであれば、2個、3個又は5個以上の外部電極を有するCVD成膜装置に本発明を適用することも可能である。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、装置コストを低減すると共に容器の内側に成膜された薄膜の膜厚バラツキを低減できるCVD成膜装置及びCVD成膜方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態によるCVD成膜装置を模式的に示す構成図である。

【図2】従来のCVD成膜装置を模式的に示す構成図である。

【符号の説明】

1a～1d…第1～第4の下部電極

2a～2d…第1～第4の上部電極

3a～3d…第1～第4の外部電極

4, 104…絶縁部材

5, 105…蓋部

6, 106…真空チャンバー

7a～7d, 107…ペットボトル

9a～9d…第1～第4の内部電極

14, 114…マッチングボックス（インピーダンス整合器）

15, 115…高周波電源（RF電源）

19a～19d, 109a…ガス吹き出し口

21a～21d…第1～第4の可変コンデンサー

101…下部電極

102…上部電極

103…外部電極

108…リング

109…内部電極

110, 111, 112, 113…配管

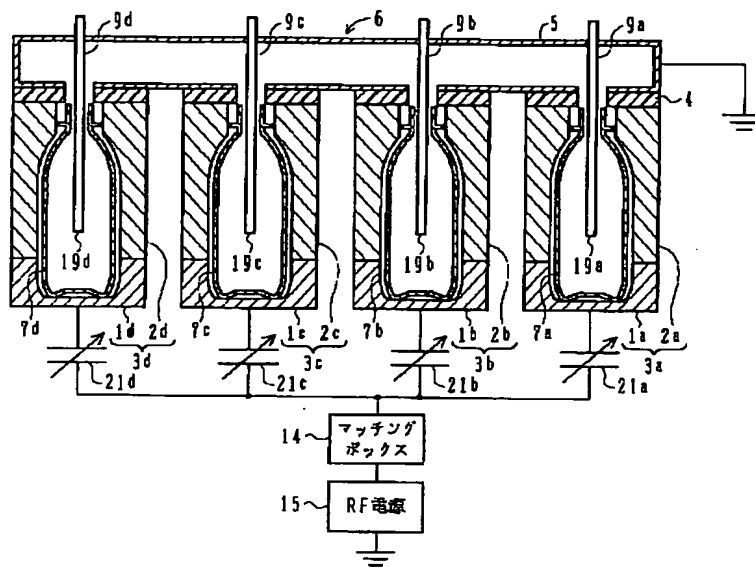
116, 117, 118…真空バルブ

119…マスフローコントローラー

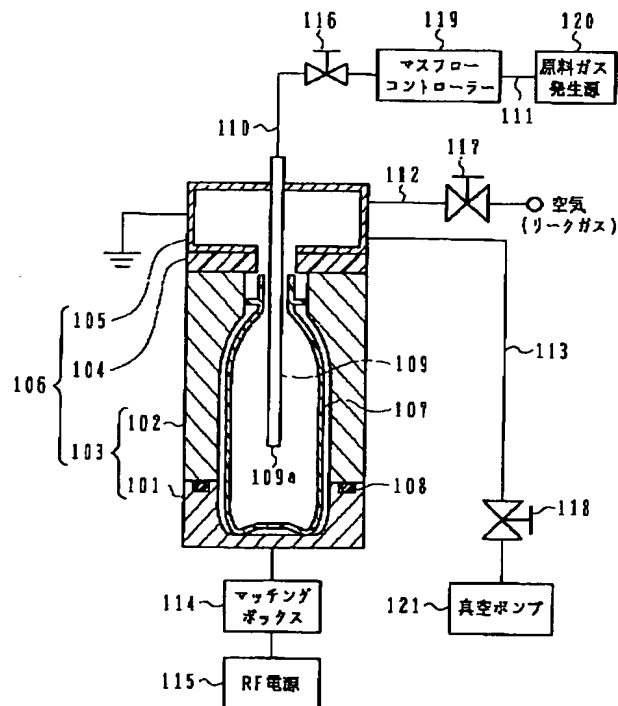
120…原料ガス発生源

121…真空ポンプ

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 鹿毛 剛

東京都品川区西五反田1-27-2五反田富士ビル三菱商事プラスチック株式会社内

(72)発明者 荒木 智幸

千葉県流山市大字西平井956番地の1株式会社ユーテック内

(72) 発明者 小林 巧
千葉県流山市大字西平井956番地の1 株式
会社ユーテック内

F ターム (参考) 3E062 AA09 AC02 JA01 JA07 JB24
4K030 AA09 BA28 CA07 CA15 EA06
FA03